13. ročník
Žilina 1. – 3. 7. 2025
Otvorený softvér vo vzdelávaní, výskume a v IT riešeniach
ossconf.fri.uniza.sk
OSS Conf

OSSConf 2025: 1–6

O jedné mapě na zakázku, část 4: Hledání optického středu

PAVEL STŘÍŽ (CZ)

Abstrakt. Článek prochází možnosti, jak zobrazit optický střed na hranici dvou oblastí, např. států, krajů či okresů. Zvolená možnost je naprogramovaná v Pythonu a výstup ukázán na reálné mapě České a Slovenské republiky. Užití je v obarvovací hře, která se diskutuje v 3. části.

Klíčová slova. Optimalizace, R, Python, Picat, OpenStreetMap.

ABOUT PREPARATION OF ONE MAP, PART 4: SEARCHING FOR AN OPTIC CENTER

Abstract. The article discusses methods how to find an optic center of borders of two regions, e.g. states, regions or districts. The selected method is programmed in Python and shown in real-world map of the Czech and Slovak republics for the better display of numbers in the colouring game. The game itself is discussed in Part 3.

Keywords. Optimization, R, Python, Picat, OpenStreetMap.

1. Automatizace

Já obvykle hledám Svatý Grál, tedy nedosažitelný objekt. V tomto článku hledám ideální variantu optického středu na hranici dvou oblastí (států, krajů, okresů ap.), aby se tam dal umístit popisek, viz část třetí o obarvovací hře. Tam jsem u 22 krajů dohledal umístění ručně, ale u okresů by to bylo skrz velké množství nepříjemné. Výpočet obarvení zvládl CP, MIP i SAT; SMT větší počet oblastí nezvládal časově. V části třetí jsem se přiklonil k tomu, že každá z barev musí být alespoň jednou, zde to nefungovalo. Některé barvy byly jen jednou, zbytek mnohokrát. Použil jsem počet okresů děleno počet barev jako spodní mez. Ta byla 18 okresů. Okresů bylo 166, s tím, že jsem jich 17 pospojoval (Praha, Bratislava, Košice).

Počet možných omezení s jedním číslem (okresy) bylo 149, součtů na hranici dvou okresů bylo 352 a součtů v místě tří okresů bylo 225. Tohle byl závěrečný počet. Některé dvojice a trojice jsem vyřadil, protože hranice byla příliš krátká, aby tam sazebně rozumně vešlo číslo. Já jsem pracoval s pořadovým číslem okresů, Aleš Kozubík to popsal lidsky: Je to například u Karlovarského, Plzeňského, Ústeckého a Středočeského, podobná situace je u Jihomoravského, Zlínského, Trenčianskeho a Trnavského kraje.

2. Optický střed okresů

Zkusil jsem jen dvě varianty. Z dat OSM jsem si užil administrativní centrum:

```
zdeX=maljson["features"][kraj]["properties"]["admin_centre_node_lng"]
zdeY=maljson["features"][kraj]["properties"]["admin_centre_node_lat"]
```

Nebylo to však ono.

Pak jsem zkusil spočítat těžiště, tedy průměr ze všech bodů, které tvoří hranici okresu. Ani to nebylo ono. Asi nejznámější případ je těžiště tvaru podkovy, písmeno L či O, kdy těžiště je mimo zkoumaný tvar. Nakonec jsem tento výpočet použil a v některých případech jsem ručně posunul.

Aleš Kozubík poradil použít jeden z přístupů diferenciální geometrie: prvně provést triangulaci bodů a s tím dále pracovat. Nakonec jsem tuto variantu nezkoušel, například balancovat obsahy trojúhelníků brané z jedné strany a z opačné strany okresu. Je škoda, že některé okresy nejsou symetrické, to by se hledalo lépe.

3. Optický střed společné hranice dvou okresů

Tohle byla pro mne výzva. Hlavní problém byl v tom, že data hranice okresu začíná v libovolném bodě hranice. Tedy najít krajní body společné hranice dvou okresů byl problém. Tohle jsem vyřešil tak, že jsem si data okresu posunul do jednoho z bodu, kde se střetávají tři okresy. Zdrojový kód vypadal takto:

```
maljson["features"][kraj]["geometry"]["coordinates"][0]= \
  maljson["features"][kraj]["geometry"]["coordinates"][0][malzlom:] + \
  maljson["features"][kraj]["geometry"]["coordinates"][0][:malzlom]
```

Nefunguje to ve dvou situacích. Pokud je okres uvnitř jiného okresu. To byly případy Brno-střed a Brno-venkov za ČR a Košice a Košice-okolie za SR. To jsem si poléčil ručně, jak jsem vždy pracoval jen s první/vnější křivkou okresů. Tohle by mělo být automatizovatelné.

Druhý případ byl, když se mi hranice dvou okresů rozložila na víc částí. To byly opět dva případy: Praha-Východ a Praha-Západ za ČR (vnořuje se Praha hlavní město) a Žilina a Čadca za SR (vnořuje se Kysucké Nové Mesto). Řešením by bylo hlídat si přerušení hranice (vklínění jiného okresu), nemít to jako jeden celek. Neprogramoval jsem to, ale je to poměrně jednoduché a intuitivní.

Aleš Kozubík to probádal ještě hlouběji: Na mapě Evropy by to asi podobně dopadlo třeba mezi Rakouskem a Švýcarskem, kde je vklíněno Lichtenštejnsko. Při aplikaci na státy a politické mapy kontinentů je pak potřeba ještě ošetřit třeba námořní hranice a ostrovy, např. hranice mezi Korsikou a Sardínií – jedno francouzské, druhé italské, ale odděleno mořem. Podobně trojhranice Rakousko, Švýcarsko a Německo u Boden See. No a pak samozřejmě státy, které tvoří jen ostrov, jako je například Malta nebo Kypr.

4. Co nefunguje?

Jen zběžně uvedu nápady, od kterých jsem postupně upustil.

Prostřední bod. Hranici dvou okresů ve finále tvoří série bodů, které se spojují úsečkami. Vzít prostřední z nich (za statistiku řečeno medián) nefunguje, ve chvíli, kdy je zahuštění větší na jedné či druhé straně.

Průměr bodů. Díky různému zahuštění bodů ani tohle nefunguje.

Ve statistice je oblíbený **uřezaný průměr**, kdy se určitá část bodů zleva a zprava dat odebere, a pak se spočítá prostý průměr. Na papíře jsem neměl problém si najít situaci, kdy ani tohle nebude fungovat.

Polovina délky hranice. Výpočetně není komplikované spočítat délku zkoumané hranice a najít její střed. Bohužel ani tohle na skutečné mapě nefunguje díky různým zakřivením.

Střed krajních bodů. Jinými slovy střed úsečky. Tohle vypadalo nadějně. Jedná se totiž o optický střed. Problém je však ten, že bod ve většině případů nepadne na hranici, ale je uvnitř jednoho z okresů.

Nejbližší bod hranice ke středu. Zlepšení by bylo, kdybychom hledali nejbližší bod takovému středu úsečky. Bohužel opět dojde k vychýlení, buď na jednu stranu či na druhou stranu úsečky. To opticky nevypadá hezky.

5. Zvolený přístup

Tím se dostáváme ke zvolenému přístupu.

- Nalezneme krajní body společné hranice.
- Dopočítáme střed úsečky.
- Sestrojíme kolmici k této úsečce procházející jejím středem.
- A vůči této kolmici najdeme nejbližší bod na hranici.

Po oprášení základo- a středoškolské matematiky by kód mohl vypadat takto:

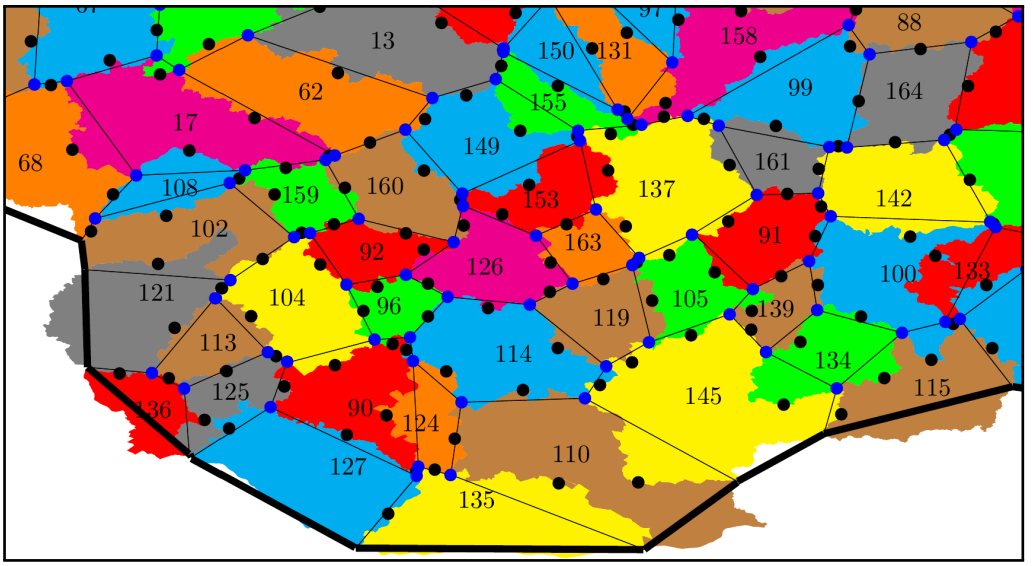
```
Ax,Ay=levybod[0],levybod[1]
Bx,By=pravybod[0],pravybod[1]
Cx=(Ax+Bx)/2
Cy=(Ay+By)/2

nejlepsi=1000000
for zkoumanybod in bodyhranice:
  Dx,Dy=zkoumanybod[0],zkoumanybod[1]
  t2=(Cy-Dy-  ((Bx-Ax)*Dx-(Bx-Ax)*Cx)/(By-Ay) ) / ( (Bx-Ax)**2/(By-Ay)+By-Ay )
  t1=(Dx-Cx+(Bx-Ax)*t2)/(-By+Ay)

  Ex=Cx+(-By+Ay)*t1
  Ey=Cy+(Bx-Ax)*t1
  vzdalenost=((Dx-Ex)**2+(Dy-Ey)**2)**(1/2)
  if vzdalenost<nejlepsi:
    nejlepsi=vzdalenost; kandidat=[Dx,Dy]
```

Body A a B jsou krajní body společné hranice. Bod C je střed úsečky. Bod D je jeden z bodů na hranici, postupně prozkoumáme všechny. Sestavil jsem si parametrické rovnice přímek, jedna procházející bodem C a kolmá na úsečku AB, druhá bodem D a rovnoběžná s úsečkou AB. Jejich průnik je bod E. Vzdálenost |DE| se snažíme mít co nejmenší.

Takto vypadal náhled na skutečné mapě. Jsou naznačeny úsečky, modrá kolečka jsou krajní body společné hranice dvou okresů, černá pak nalezený nejlepší kandidát.



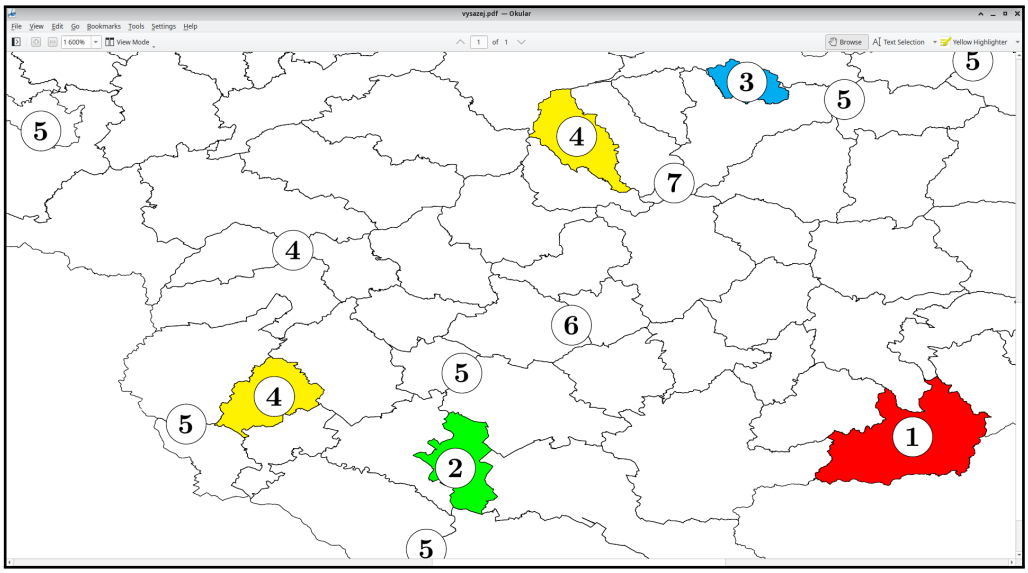
Jak je vidět, pro obarvovací hru na úrovni okresů by se cifry překrývaly, kdyby na to došlo, tak jsem některé vyřadil. Ve skutečnosti to asi nebylo třeba, těch podmínek se vyřadilo tolik, že by na překryv téměř nemělo dojít. Ale neriskoval jsem to.

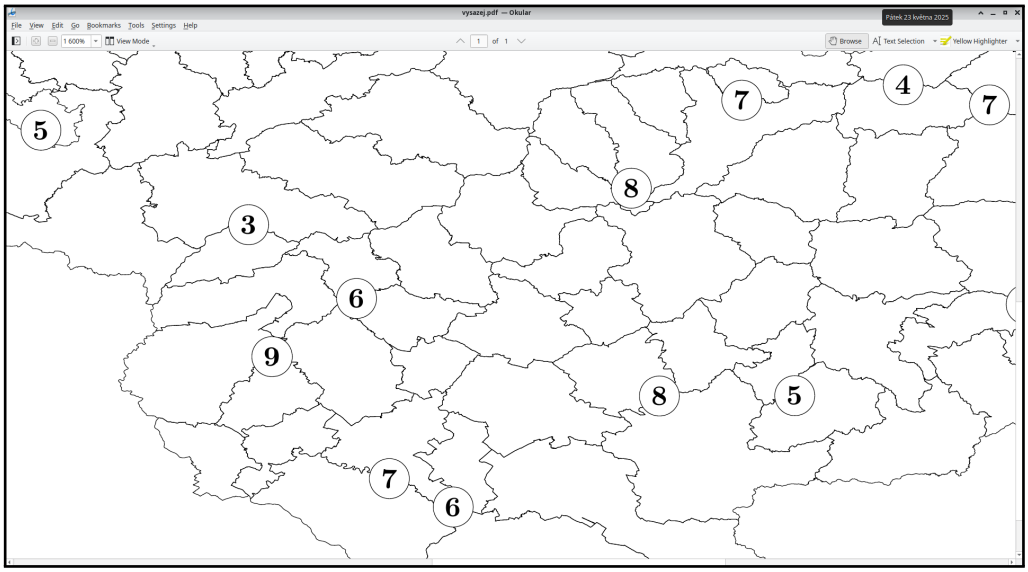
Byl tu samozřejmě otevřený problém, jestli cifry nenechat posouvat, pokud se překrývají. To by nebyl problém naprogramovat, ale taková cifra by se vzdalovala od místa, kde skutečně na mapě má být. Nešel jsem do toho.

6. Ukázky

Zde je výsek z celé mapy pro čtyři barvy. Podmínky byly zahrnuty všechny.

V herním zápalu a jako poslední nápad jsem si chtěl zkusit, jak by vypadalo a jak by se hrálo, kdyby nebyl užit žádný z krajů. To jsem technicky udělal tak, že před testováním vyřazení podmínek jsem všechny podmínky za okresy odebral. Tím jsem měl jistotu, že žádný z krajů v ILP modelu nezůstane. Tím pádem se žádná z barev v okresech na úrovni zadání neobjeví.





7. Závěrem

Kdyby si chtěl někdo obarvovací hru skutečně zkusit zahrát, napište mi, zašlu vzorky.

S daty OpenStreetMap se mi pracovalo dobře, jsou zadarmo a stažení není problém. Body na hranicích na sebe hezky navazovaly, tvoří úsečky, což byla příjemná změna vůči Beziérovým křivkám v typografii, kde se do úseček, ze zřejmých důvodů čitelnosti, nemůže jít.

Herně se ukazuje, že pro takovou hru by byly lepší fiktivní mapy. Tam by součty byly napínavější. Také by na uzlech mohl být součet z více než jen ze tří oblastí.

Kontaktní adresa

Ing. Pavel Stříž, Ph.D., Nakladatelství Martin Stříž, U Škol 940, Bučovice, okres Vyškov, 685 01, Česká republika,
E-mailová adresa: pavel@striz.cz